

# PHILIPS



Electronic  
components  
and materials

MAY 27 1981

## Laboratory report

Elcoma applications laboratories

LAB

181

### For your personal information

number : FCD 8101

date : JANUARY 81

title : LJE 42008 R  
3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND  
AMPLIFIER  
(TELECOMMUNICATION BAND)

author : R. MAUGIS

The contents of this report are not to be reproduced, in whole or in part,  
nor disclosed to third parties without the written consent of :

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken  
Electronic Components and Materials Division  
Eindhoven - The Netherlands



Electronic  
components  
and materials

**PHILIPS**

## laboratory report

The contents of this report are not to be reproduced, in whole or in part, nor disclosed to third parties without the written consent of N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken - Eindhoven - The Netherlands  
Product Division Electronic Components and Materials

number : FCO 8101

date : JANUARY 81

title : LJE 42008 R

3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND  
AMPLIFIER  
(TELECOMMUNICATION BAND)

author : R. MAUGIS

Information presented in this report is based on pilot studies in our laboratories. It is presented in good faith but N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken assumes no liability for any consequences of its use. Its presentation does not imply a licence under any patent, trademark, or copyright.



# LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75540 PARIS CEDEX 11 - Tél. 356.44.99

23 FEB. 1981

UNITE : RADIOCOMMUNICATIONS

SECTION : MICROWAVE DEVICES

DIFFUSION : C + CO

N° 34 514

ETUDE

PAR : R. MAUGIS

DATE : JANUARY 81

PAGES : 1 S + 18 R

REF. : FCO 8101

LJE 42008 R

3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND

AMPLIFIER

(TELECOMMUNICATION BAND)

## SUMMARY

This report describes the design of 3.7 to 4.2 GHz wide band amplifier, the optimum impedances  $Z_E$  and  $Z_L$  were obtained experimently by the method described in the French note COF 80 112.

The matching circuits have been computed by the computation program "LINE".

The transistor is operated in class A :  $V_{CE} = 16$  v and  $I_C = 250$  mA (regulated).

The power gain in the band varies from 4.8 up to 5.3 dB, with a corresponding output power variation included between 430 and 480 mW.

**TITRE** : LJE 42008BR - AMPLIFICATEUR LARGE BANDE 3.7 - 4.2 GHz  
(BANDE TELECOMMUNICATION)

**SOMMAIRE** : Ce rapport décrit la réalisation d'un amplificateur large bande de 3.7 à 4.2 GHz, à partir des impédances optimales obtenues expérimentalement par la méthode décrite dans la note COF 80 112.

Les circuits d'adaptation ont été déterminés à l'aide du programme de calcul "LINE".

Le transistor fonctionne en classe A :  $V_{CE} = 16$  v et  $I_C = 250$  mA (régulé).

Le gain en puissance dans la bande varie de 5.3 à 4.8 dB, pour une puissance de sortie comprise entre 480 et 430 mW.

ADVIES	19-03-81	AV	XV		B		BL
OCTROOI d.d.							
OPGAVE	04-03-81	XV	XV	El	B		BL
MAMO d.d.							

UNITE : RADIOCOMMUNICATION

SECTION : MICROWAVE DEVICES

DIFFUSION : CO

N° 34 514

ETUDE PAR : R. MAUGIS

DATE : JANUARY 81

PAGES : 18

REF. : FCO 8101

LJE 42008 R

3.7 to 4.2 GHz WIDE BAND

AMPLIFIER

(TELECOMMUNICATION BAND)

- I - DESCRIPTION
- II - MICROSTRIP CIRCUITS
- III - PRACTICAL REALIZATION
- IV - MEASUREMENT

Les informations et schémas contenus dans ce document sont le résultat d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuelles de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété intellectuelle dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

I - DESCRIPTION

The active device used is the 4.2 GHz preadapted LJE 42008 R, a NPN silicon linear transistor of the 4 GHz family.

The semi conductor is mounted in case FO 41A, with emitter resistors diffused in the silicon substrat and metallized gold.

The mechanical data are given in Figure 1.

This transistor has been characterized in common emitter, and specified in class A.

At the frequency of 4.2 GHz, the typical specifications are :

- Power output  
(at 1 dB of gain compression)  $P_{LI} : 940 \text{ mW}$
- Power gain  
(at low signal)  $G_{PO} : 7.5 \text{ dB}$
- Power supply (regulated)  $V_{CE} : 16 \text{ v}$   
 $I_C : 0,250 \text{ mA}$

In the band of interest, the optimum impedances obtained experimentally (see note COF 80 112) with narrow band circuits, are given in Figure 2.

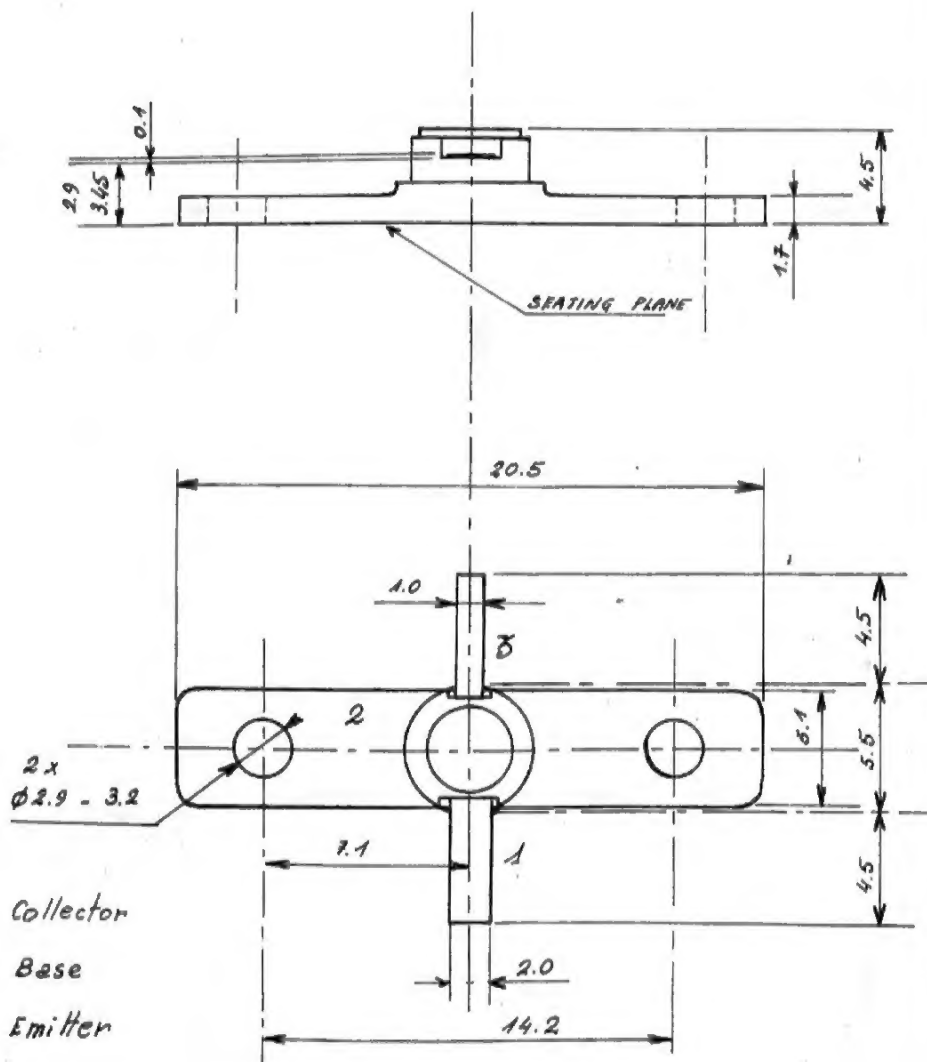
The normalized values of input and load impedances  $\Gamma_E$  and  $\Gamma_L$ , are given by the SMITH chart Figure 3.

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dont laquelle des réserves techniques ont été prises. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC



— MECHANICAL DATA —

FO 41 A

FIG: 1

LABORATOIRES D'APPLICATIONS

130, avenue Ledru-Rollin - 75540 PARIS CEDEX 11 - Tél. 355.44.99

FCO 8101

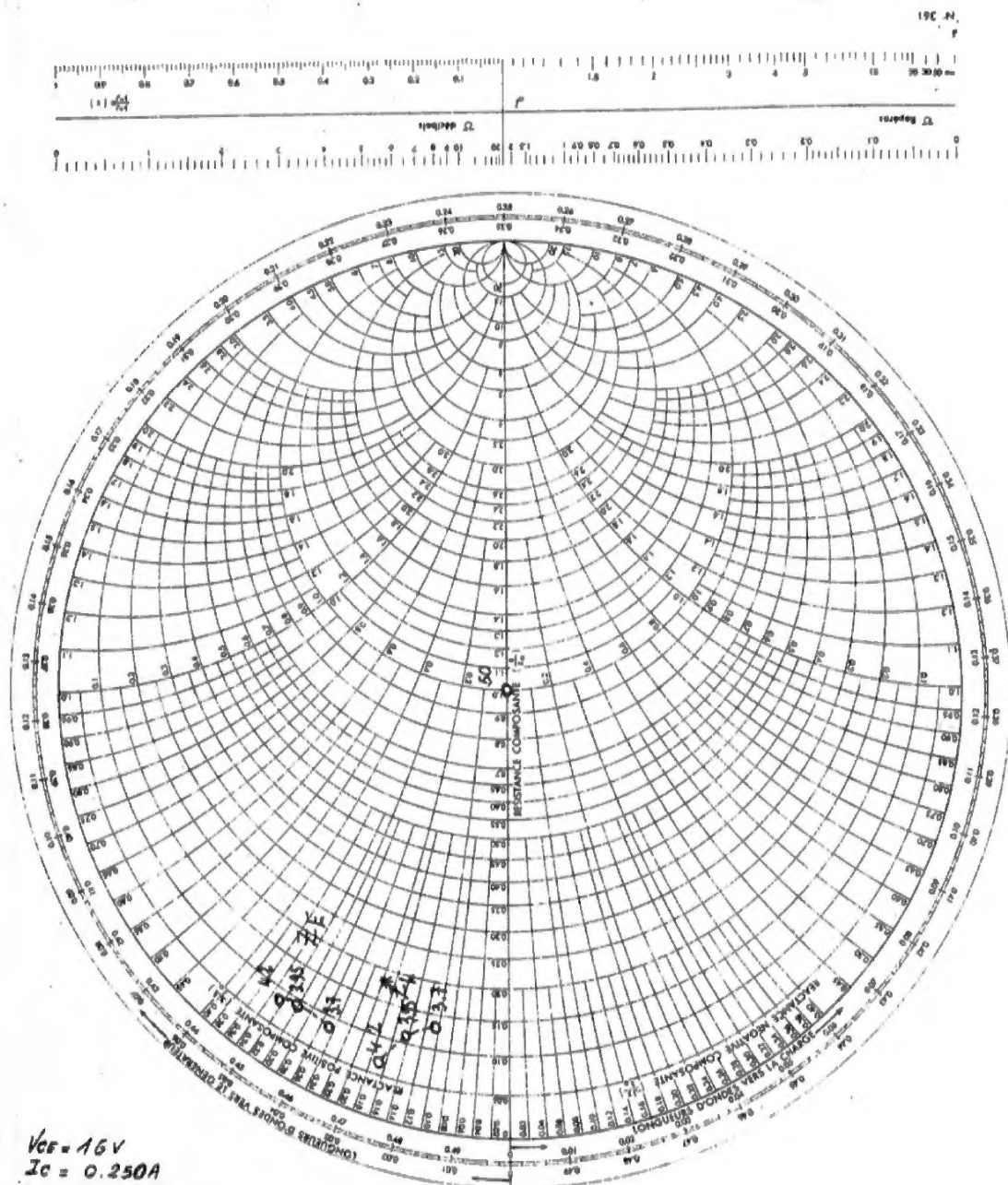
Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

$F_{GHz}$	$Z_E$	$Z_L$
3.7	$3.97 + j 12.59$	$6.66 - j 5.35$
3.95	$4.07 + j 15.00$	$5.30 - j 8.24$
4.2	$3.82 + j 16.3$	$2.96 - j 8.41$

Optimum impedances

FIG: 2



INPUT AND LOAD OPTIMUM IMPEDANCES  
LJE 42008R



## II - MICROSTRIP CIRCUITS

### II.1 Circuit computation :

To compute the microstrip circuits, we used the computation program : "LINE". The results are shown in Figure 4.

$Z_C$  : Characteristic impedance of the line.

NBO : Wave number ( $1/\lambda_0$ ).

SM : VSWR Maximum.  
(The VSWR in over-all band is less than or equal to SM).

Fo : Reference frequency 3.95 GHz  
(That is to say  $Fo = \frac{FH - FL}{2}$ ).

### II.2 Topology :

The "line-stub" topology is shown in Figure 5.

The dimensional ratio of microstrip lines are given by the relationship shown in Figure 6.

Les informations et schémas contenues dans ce document sont issues d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquels des évaluateurs indépendants ont été impliqués. Ces informations ne constituent ni recommandation, ni garantie de performance. Elles impliquent la concession d'un droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée. CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

$$F_0 = 3.95 \text{ GHz}$$

<u>INPUT MICROSTRIP CIRCUIT</u>			
DESIGNATION	$Z_c$	NBO	SM
1 Distributed open stub	30 $\Omega$	0.119	
2 Main line	45.07 $\Omega$	0.250	
Tuned open stub	30.42 $\Omega$	0.499	1.56

$$F_0 = 3.95 \text{ GHz}$$

<u>OUTPUT MICROSTRIP CIRCUIT</u>			
DESIGNATION	$Z_c$	NBO	SM
1 Distributed open stub	30 $\Omega$	0.151	
2 Main Line	30 $\Omega$	0.260	1.69
3 Main Line	40.86 $\Omega$	0.24	
Tuned open stub	42.21 $\Omega$	0.474	2.11

Fig: 4

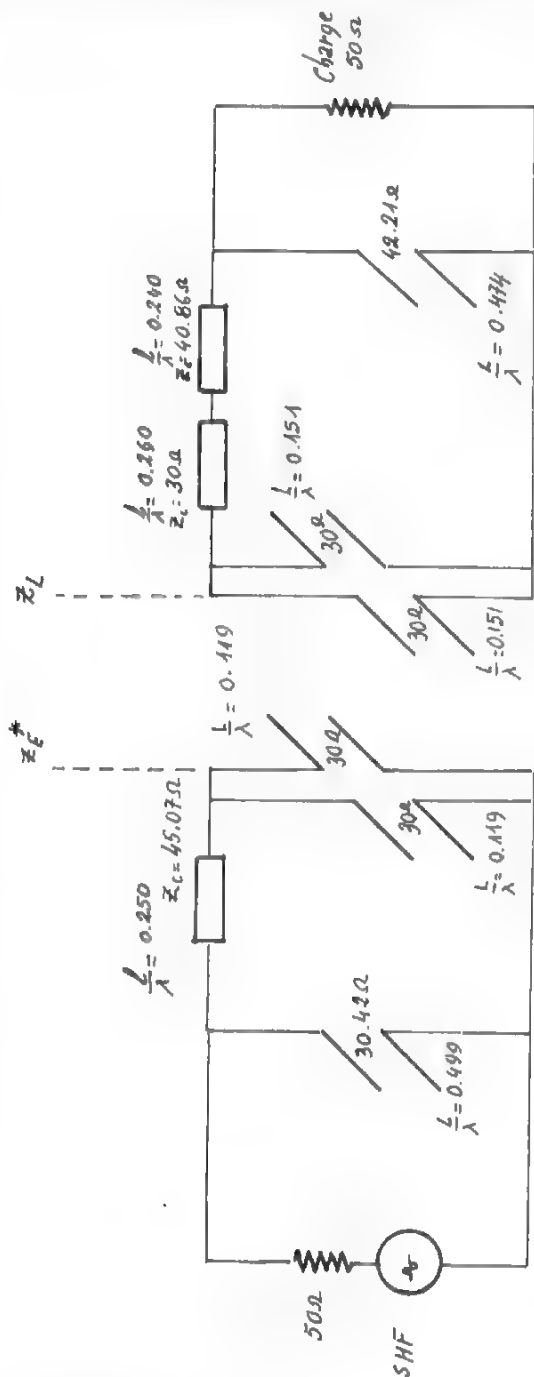
0

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut être tenue responsable des conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique-Compelec ne peut être tenue responsable quant aux conséquences éventuelles résultant de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel aucune garantie ne peut être donnée.

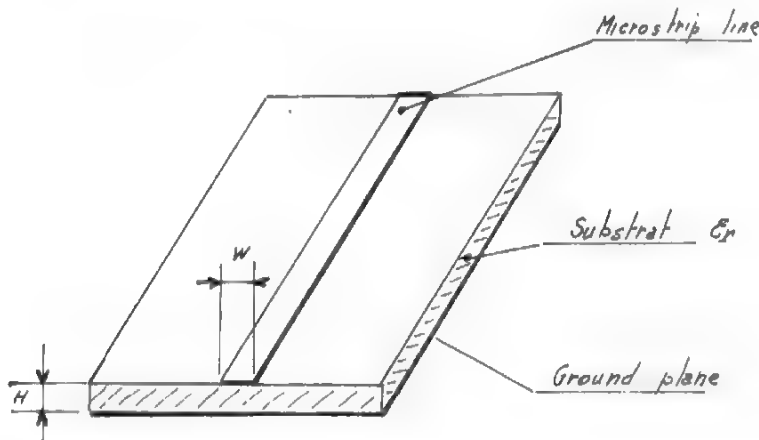
CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC



TOPOLOGY 3.7 - 4.2 GHz

FIG: 5

MICROSTRIP



1) For :  $0.05 \leq \frac{W}{H} \leq 2$  and  $\epsilon_r \leq 16$

$$\frac{W}{H} = \frac{B \cdot e^A}{e^{2A} - 2}$$

with  $A = \frac{Z_0}{60} \left( \frac{\epsilon_r + 1}{2} \right)^{1/2} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left( 0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r} \right)$

2) For :  $2 \leq \frac{W}{H} \leq 20$  and  $\epsilon_r \leq 16$

$$\frac{W}{H} = \frac{2}{\pi} \left[ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left\{ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right\} \right]$$

with :  $B = \frac{377 \pi}{2 Z_0 \sqrt{\epsilon_r}}$

FIG: 6

### III - PRACTICAL REALIZATION

The circuits have been designed in microstrip technology, on a double-clad printed circuit board. The dielectric substrate is PTFE glass fiber with a "relative permittivity"  $\epsilon_r = 2.5$  having a thickness  $H = 0.125"$  (1/32 inch).

#### III.1 Biasing circuit

The transistor is supplied through a biasing circuit, shown in Figure 7.

This circuit supplies a collector regulated current  $I_C = 250$  mA, with a collector voltage  $V_{CE} = 16$  v.

To avoid interaction between transmission lines and biasing circuit, microwave filters in  $\lambda/4$  configuration, have been added on the lay-out.

#### III.2 Microstrip circuit optimization

An optimization of typical microstrip circuits is necessary to obtain simultaneously :

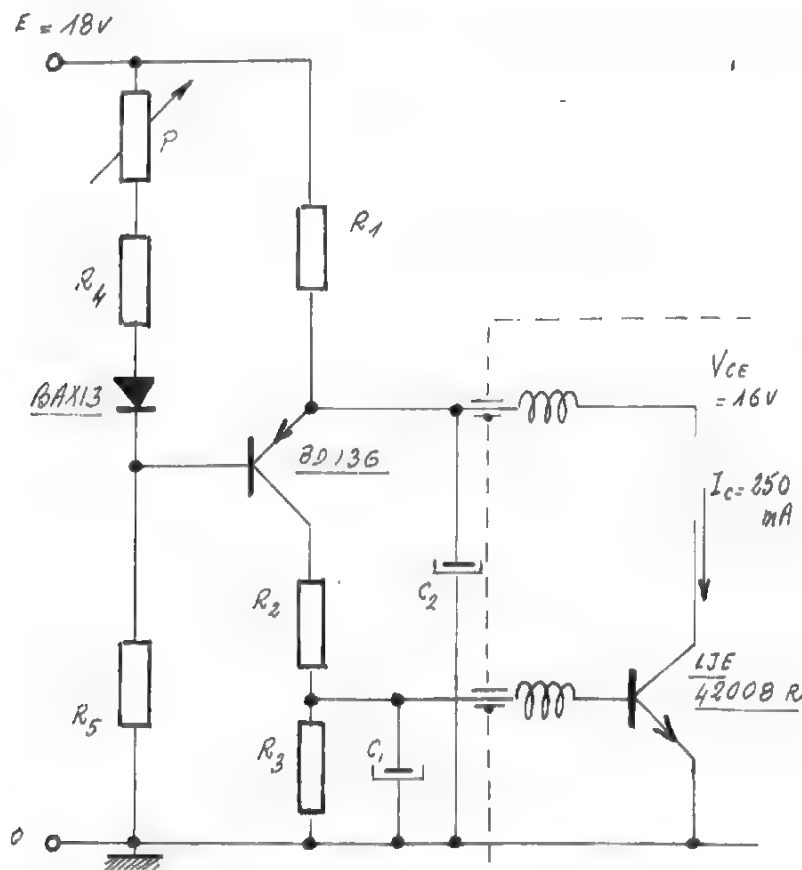
- a better input adaptation (minimum reverse power  $P_r$ ).
- a maximum output power  $P_L$ .

The practical microstrip circuits configuration obtained after optimization, is given by the Figure 8.

Optimization is indicated by the hachured parts.

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issues d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS. Ces informations étant susceptibles d'une grande variété d'applications, RTC La Radiotechnique Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'engagent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE RTC LA RADIOTECHNIQUE COMPELEC



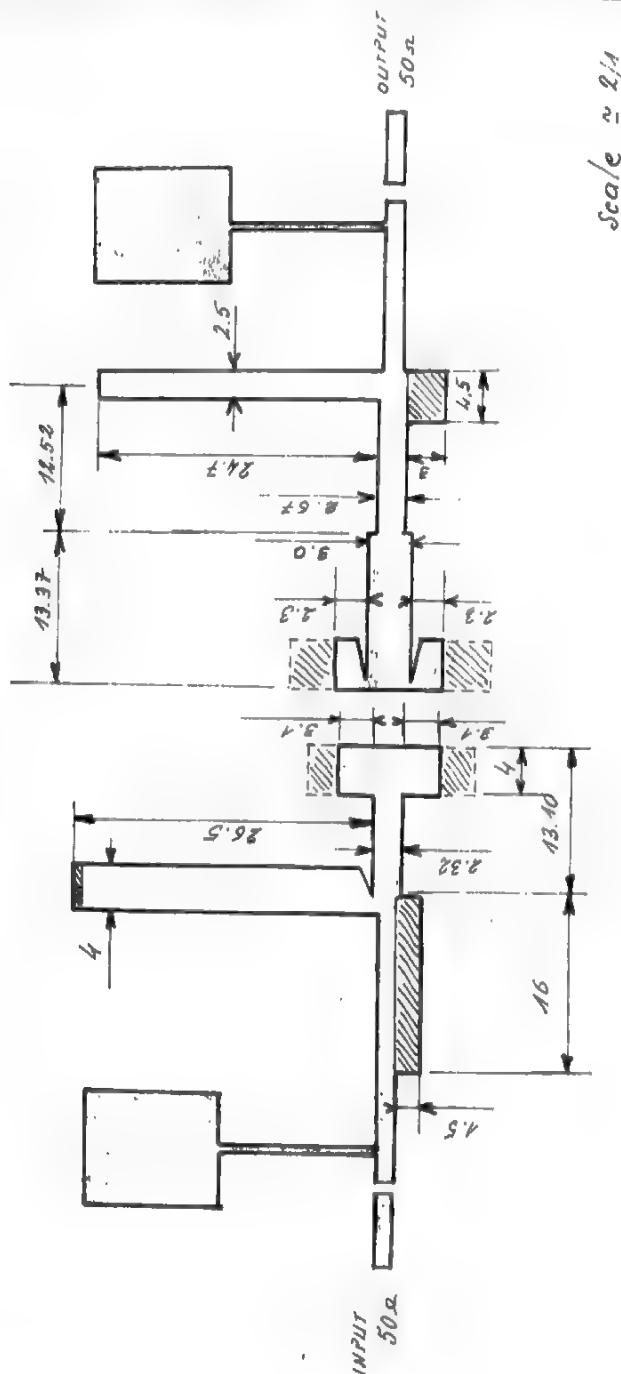
$R_1$	Resistor	1W	$7.8\Omega$	$(2 \times 3.9 //)$
$R_2$	Resistor	0.5W	1K	
$R_3$	Resistor	0.5W	390 $\Omega$	
$R_4$	Resistor	0.5W	1K	
$R_5$	Resistor	0.5W	33K	
$C_1 - C_2$	Electrolytic capacitor		33 $\mu F$	40V
P	Linear potentiometer		4K7	

FIG. 7

FCO 8101

Les informations et schémas contenus dans ce document sont sous le régime des **LABORATOIRES D'APPLICATIONS** dont les résultats similaires ont été obtenus par les laboratoires de la RNT. La RNT ne peut être tenue responsable quant aux conséquences éventuelles de l'utilisation de ces informations sans la garantie écrite de la RNT. La RNT ne peut être tenue responsable de l'absence de dommages de leur mise en œuvre sans la garantie écrite de la RNT.

CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE R.T.C. LA RADIODÉLIVRÉE-CEMPEC



scale  $\approx 2.1$

## PRACTICAL MICROSTRIP CONFIGURATION

Added

Removed

FIG: 8

#### IV - MEASUREMENT

The set up is given by Figure 9.

The results obtained at the reference frequency of 3.95 GHz are :

$$G_{PO} = 6.35 \text{ dB}$$

$$P_{L1} = 480 \text{ mW (26.81 dBm)}$$

$$\text{input VSWR} = 2.07$$

The different results obtained, in the working band, are given by the following curves shown in :

Figure 10 :  $P_{L1} = f(F)$   
 $G_{PO} = f(F)$

Figure 11 :  $P_L = f(F)^*$   
 $G_T = f(F)^*$   
 $VSWR = f(F)^*$

Figure 12 :  $P_L = f(P_{in})$

\* With  $P_{in} = 140 \text{ mW}$ .

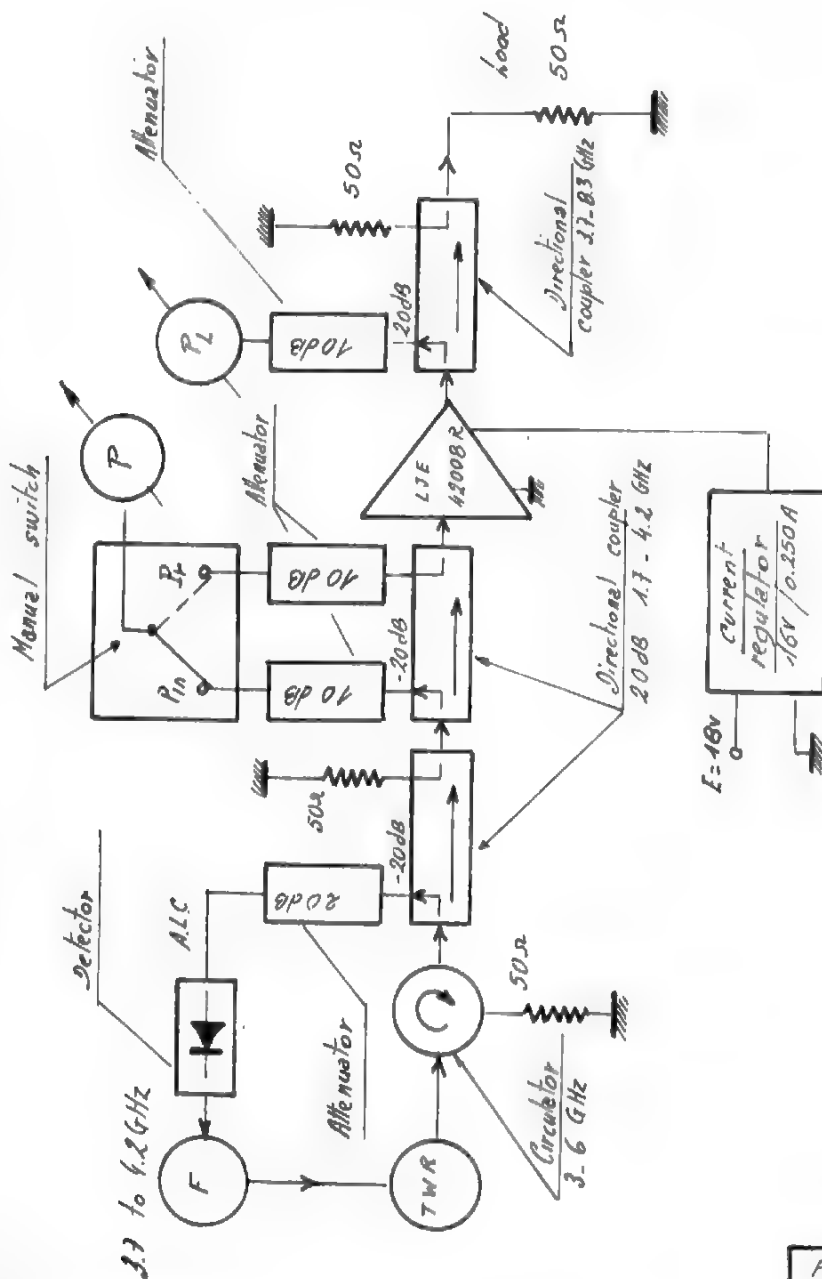
Les informations et schémas contenus dans ce document sont issues d'études réalisées par nos Laboratoires d'Applications dans lesquels des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations sont susceptibles d'une grande variété d'applications, R.T.C. La Radiotechnique Compelec ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Elles n'impliquent la concession d'aucun droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucune garantie ne peut être donnée. CE DOCUMENT NE PEUT ÊTRE COMMUNIQUÉ OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ÉCRITE DE R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE COMPELEC



FCO 8101

Les informations et schémas contenus dans ce document sont issus d'études réalisées par nos LABORATOIRES D'APPLICATIONS, dans lesquelles des résultats satisfaisants ont été obtenus. Ces informations étant susceptibles d'être appliquées, RTE La Radiotechnique-Compac ne peut assumer aucune responsabilité quant aux conséquences éventuellement dommageables de leur mise en œuvre. Bien n'empêchant la concession d'un droit de propriété industrielle, domaine dans lequel, en outre, aucun droit ne peut être dominié.

CE DOCUMENT NE PEUT ETRE COMMUNIQUE OU REPRODUIT SANS AUTORISATION ECRITE DE R.T.C. LA RADIO-TECHNIQUE-COMPTON



MEASUREMENT SET UP :-

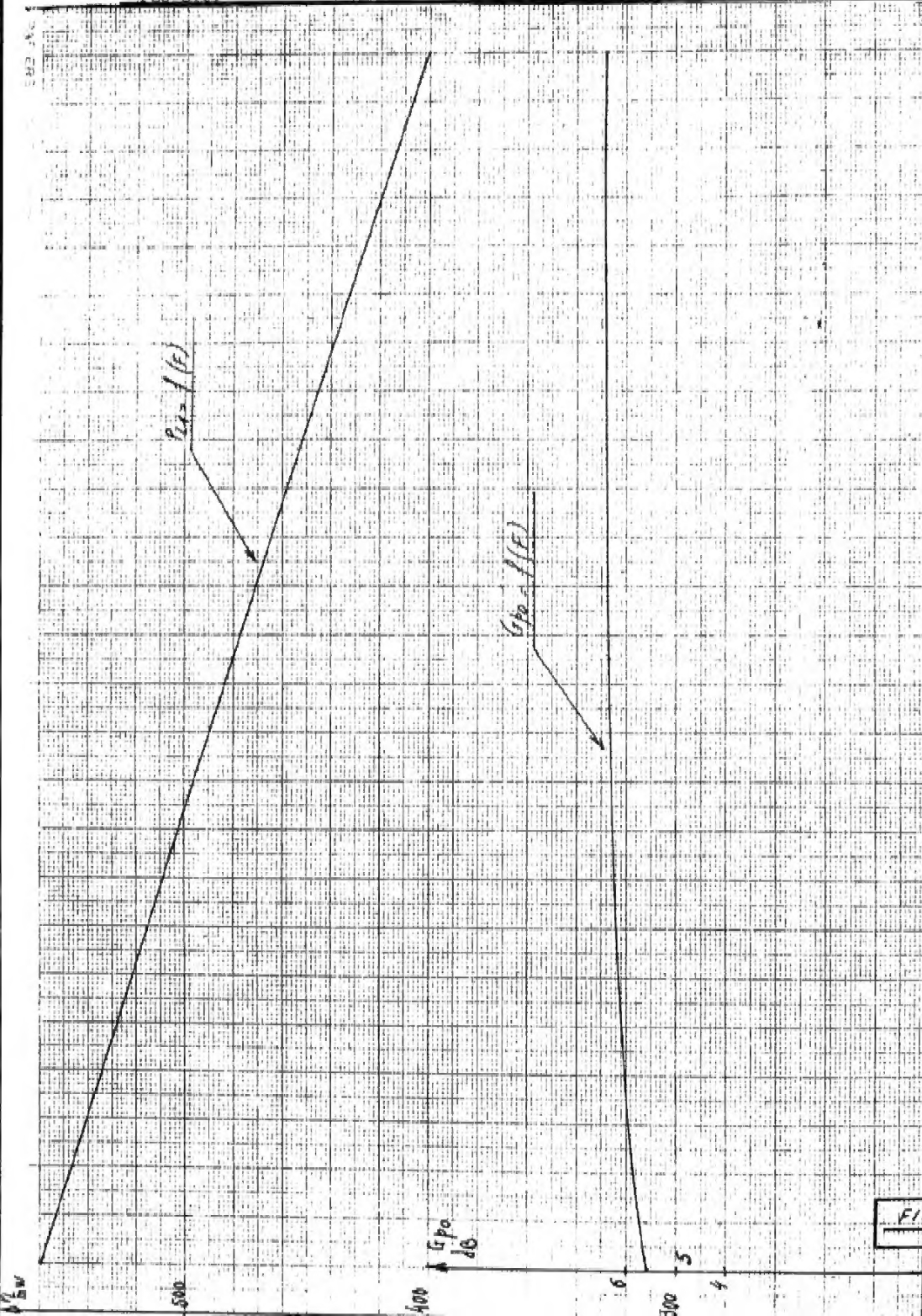
FIG: c)

**R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC**

Société Anonyme au capital de 100 millions de francs

R C &amp; PAHS ■ 672 042 470

FCO 8101



ECO 8101

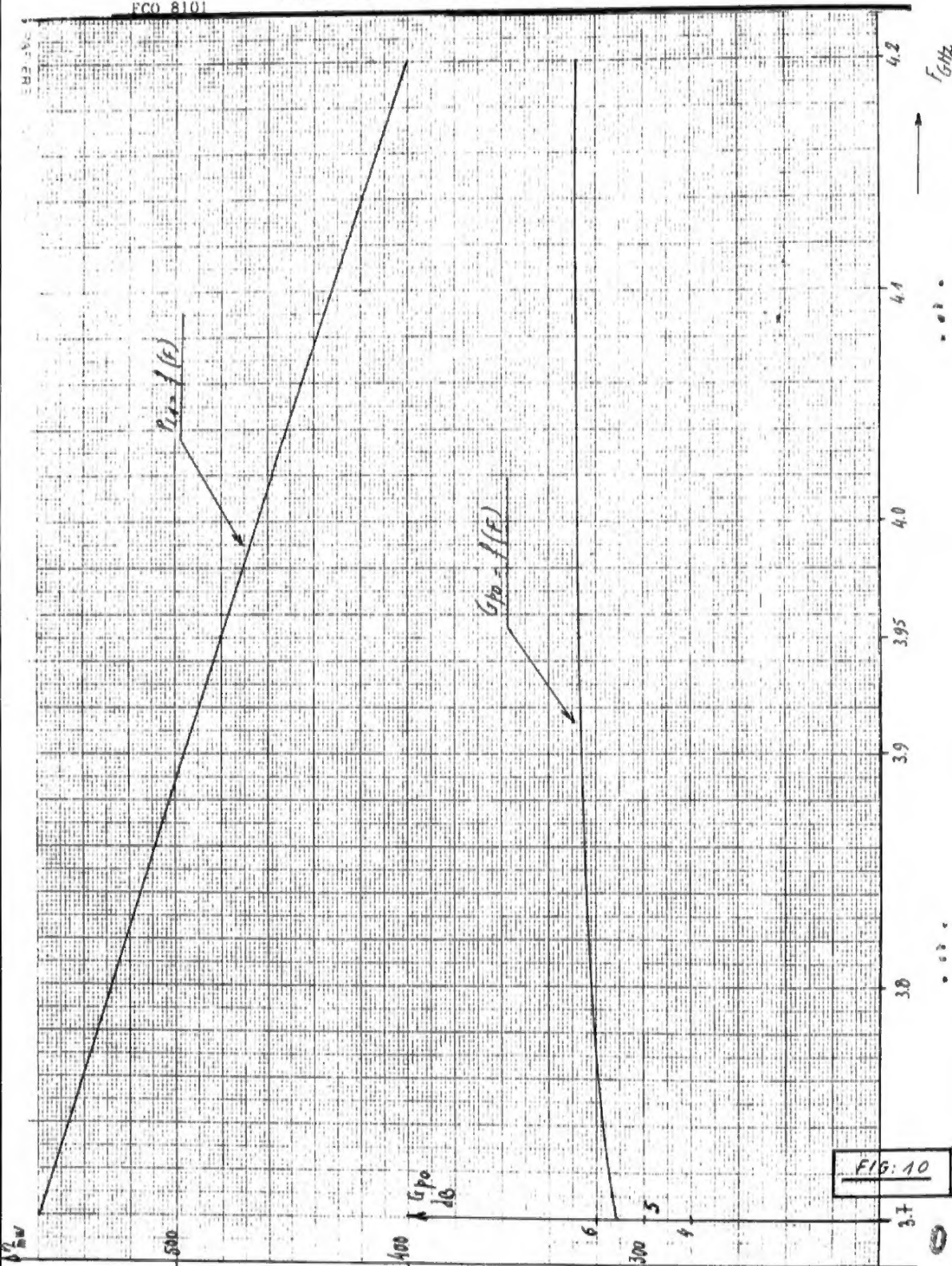


FIG: 10

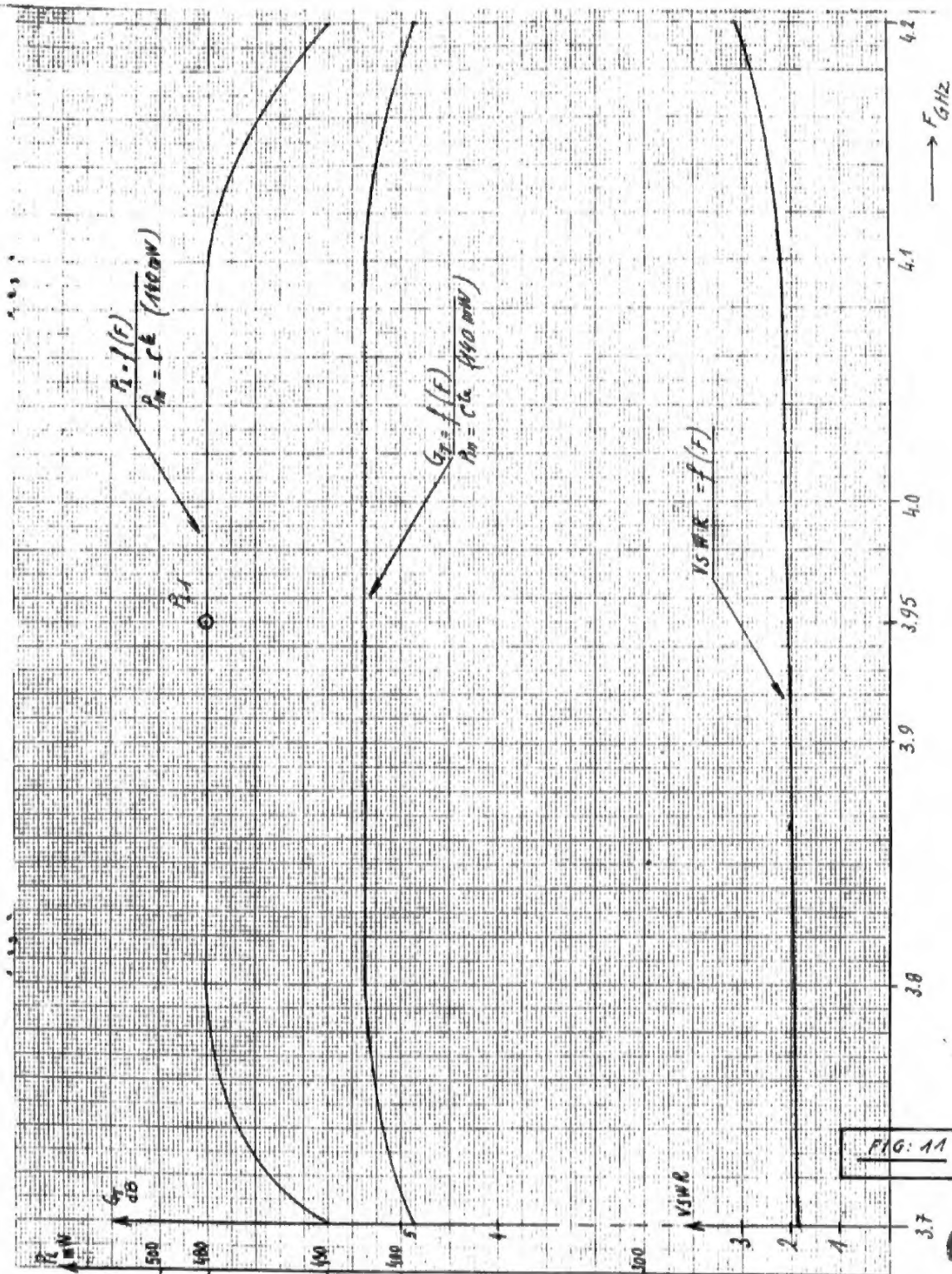


FIG. 11



